

## اثر بخشی نظریه‌ی سازنده‌گرایی در تدریس ریاضی دوره‌ی راهنمایی - تحصیلی

سیده صدیقه عسگری، محسن رستمی مالخلیفه\*، احمد شاهورانی، یوسف کریمی

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه ریاضی، تهران، ایران

رسید مقاله: ۸۹/۶/۳

پذیرش مقاله: ۹۰/۲/۵

### چکیده

هدف کلی پژوهش حاضر، تعیین اثربخشی کاربرد روش‌های تدریس مبتنی بر نظریه‌ی سازنده‌گرایی در کلاس درس ریاضیات دوره‌ی راهنمایی تحصیلی است. اهداف جزئی این پژوهش، مقایسه‌ی اثربخشی روش‌های تدریس مبتنی بر سازنده‌گرایی با روش تدریس متداول (سنتی) در یادگیری دانش و مفاهیم ریاضی، مهارت حل مساله و پیشرفت تحصیلی درس ریاضی است. آزمودنی‌های پژوهش، ۴۶ دانش‌آموز دختر دوره‌ی راهنمایی تحصیلی مرکز آموزشی فرزندگان (وابسته به سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان) بودند که در دو کلاس پایه‌ی اول به تحصیل اشتغال داشتند. روش تحقیق، از نوع شبه‌تجربی با پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل بود. در گروه آزمایش، تدریس درس ریاضی با روش‌های تدریس مبتنی بر سازنده‌گرایی، در طی یک نیم‌سال تحصیلی ارایه شد و به طور هم‌زمان، گروه کنترل، با روش تدریس متداول (سنتی) آموزش دیدند. برای بررسی تفاوت‌های دو گروه و مقایسه‌ی نمرات هر گروه، قبل و بعد از مداخله، از آزمون‌های آماری  $t$  گروه‌های مستقل و  $t$  جفتی استفاده شد. یافته‌های پژوهش، نشان می‌دهد که مهارت حل مساله و پیشرفت تحصیلی گروه آزمایش، که با روش‌های تدریس مبتنی بر سازنده‌گرایی آموزش دیدند، از گروه کنترل که با روش تدریس متداول (سنتی) آموزش دیده‌اند، بالاتر است. همچنین، میزان افزایش میانگین نمرات دانش‌آموزان گروه آزمایش، از نظر یادگیری دانش و مفاهیم ریاضی، از میزان افزایش میانگین نمرات گروه کنترل بیش‌تر شده و این افزایش، از نظر آماری، معنادار بوده است.

**کلمات کلیدی:** سازنده‌گرایی، تدریس، برنامه درسی ریاضی دوره راهنمایی.

### ۱ مقدمه

از زمانی که ارنستون گلاسرزفولد، در تابستان ۱۹۸۳، نظریه‌ی سازنده‌گرایی افراطی (رادیکال) را در یازدهمین کنفرانس بین‌المللی روان‌شناسی آموزش ریاضیات در مونترال، ارایه کرد، سازنده‌گرایی به‌عنوان نظریه‌ای بسیار قابل توجه، در سطح بین‌المللی شناخته شد (چایدر [۸]).

\*عهده دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: mohsen\_rostamy@yahoo.com

براساس این نظریه، دانش توس+ط فرد ساخته می شود و تولید دانش، فرآیندی مستمر است که تجربه ی انفرادی افراد از جهان را، سازمان می بخشد (مایر، ۱۹۹۶ و هنری، ۱۹۹۶). از این رو، با وجود دیدگاه رفتارگرایی که به یادگیرنده، به عنوان فردی پاسخ گو به محرک های خاص می نگرد، دیدگاه سازنده گرایی، فرد را دانشمندی بالفعل تلقی می کند که فعالانه دانش را می سازد و مطابق تجربه ها، علاقه ها، عقاید و هدف های خود، دنیا را درک می کند (کول، ۱۹۹۲). هم چنین، پرکینز (۱۹۹۱)، معتقد است؛ یادگیرنده، اطلاعات را ذخیره نمی کند، بلکه به طور مداوم دریافت های درونی اش را مورد آزمون قرار می دهد تا ساختار مناسبی از دانش را به وجود آورد (کرسلی [۱۱]).

فلسفه ی سازنده گرایی نیز بر این باور است که دانش، نتیجه ی فعالیت سازنده ی تک تک افراد است. و به جای آن که دانش از پیش ساخته شده را به دانش آموزان انتقال دهد، در تلاش است که دانش آموز، خود به تولید علم بپردازد براساس چنین دیدگاهی، هیچ تفاوتی بین روش به دست آوردن (ساختن) ابتدایی دانش به وسیله ی یک دانشمند و یادگیری آن به وسیله ی یک دانش آموز وجود ندارد. در واقع، یادگیری هردو، براساس توضیح و تفسیر واقعیت ها و یافته هایی است، که به دست می آورند (نوری [۳]).

در کلاس درسی که معلم، رویکرد سازنده گرایانه را برای یاددهی-یادگیری اتخاذ کرده است، از یادگیرندگان انتظار عملکرد و تداوم عمل می رود. از دانش آموزان انتظار می رود و تشویق می شوند، ایده ها و دانش خود را به وسیله ی اجرا، اعمال و توسعه ی دانستن خلق کنند.

یادگیرندگان نمی توانند تنها با دریافت، کسب و پذیرش، یا گوش دادن و توجه منفعلانه، دانش را فرا بگیرند، زیرا دانش طی انتقال شکل نمی گیرد. بنابراین، تأکید بر آموزش باید با خلق معنی و درک کردن، درضمن مواجه شدن با اطلاعات جدید یا زمینه های جدید باشد. یادگیرندگان فعال نیاز دارند، به مشارکت، ساخت و هم یاری با یکدیگر بپردازند. برای این که دانش به تصرف و مالکیت یادگیرنده درآید، باید یادگیری فعال به وقوع بپیوندد (کاراکیورگی [۱۰]).

در سال های اخیر، علاوه بر حل مساله نظریه ی سازنده گرایی نیز به صورت چشم گیری در آموزش ریاضی مورد توجه قرار گرفته است. از دیدگاه سازنده گرایی، جلب توجه یادگیرندگان به چگونگی ساخت دانش توسط خود آن ها، بسیار مهم تر از انتقال دانش به آن هاست. از این رو، بسیار حایز اهمیت است که معلمان ریاضی با این نظریه آشنایی کامل پیدا کنند و رویکرد تدریس خود را بر این مبنا قرار دهند. به عبارت دیگر، آموزش حل مساله و رویکرد سازنده گرایی در تدریس به طور اجتناب ناپذیری به یکدیگر مرتبط هستند.

به همین دلیل است که فرآیند سازنده گرایی به تدریج در کلاس های درس اوج می یابد و استفاده از آن رو به رشد است. به اعتقاد سازنده گرایان، یادگیرنده براساس تجربه ی خود، دانش (مفاهیم، اصول، فرضیه ها و تداعی ها) را می سازد و این کار را به صورت فعال انجام می دهد. به عبارت دیگر، بر خلاف رفتار گرایان، پیروان این نظریه بر نقش فعال یادگیرنده در درک و فهم و معنی بخشیدن به اطلاعات تأکید دارند.

در واقع، اگر نظریه های یادگیری را روی طیفی قرار دهیم و در یک طرف طیف، رفتارگرایی و در طرف دیگر شناخت گرایی قرار داشته باشد، سازنده گرایی در طرف شناخت گرایی و در سر این طیف قرار می گیرد. چرا که

زیربنای سازنده‌گرایی، نوعی درک شناختی است که برای کمک به تسهیل، در کسب دانش با الگوهای ذهنی، علاوه بر تجربه، به الگوهای بیرونی نیز توجه دارد و برای درک این شیوه، توجه به نظریه‌ی «یادگیری شناختی» ضروری است. به عبارت ساده، شناخت، فرآیند «دانستن» است. نظریه‌های یادگیری با رویکرد شناخت‌گرایی بر لزوم «دانش مفهومی» (یعنی بخش عمده‌ی الگوی ذهنی که به شخص، امکان درک معنا یا مراحل مؤثر در کسب دانش جدید را می‌دهد) تأکید دارند. به بیان دیگر، ریاضیات عقلانی و ریاضیات بامعنا را به جای ریاضیات حافظه‌ای توصیه می‌کنند. هرچند بدون «دانش مفهومی» نیز می‌توان مراحل یک یادگیری را تا پایان با موفقیت طی کرد، اما گمان نمی‌رود درک عمیقی حاصل شود (جوامع [۲]).

## ۲ پیش‌زمینه

بنا به گفته‌ی سانتروک ([۱۳])، «سازنده‌گرایی یک رویکرد یادگیری است که بر فعال بودن یادگیرنده در ساختن دانش و فهم آن تأکید می‌کند». از نظر بایلر واسنومن ([۵])، دیدگاه سازنده‌گرایی می‌گوید یادگیری معنادار، خلق فعال ساختار دانش، از تجارب شخصی است و هریک از یادگیرندگان، براساس تجارب خود، یک تفسیر شخصی از جهان می‌سازند. هم‌چنین ماهیت دانش یک شخص، هرگز به طور کامل، قابل انتقال به شخص دیگری نیست. زیرا دانش حاصل تفسیر شخصی از تجارب است که تحت تأثیر عوامل مختلفی چون سن، جنس، نژاد و دانش پایه قرار دارد.

به طور کلی، سازنده‌گرایی، فرضیات زیر را می‌پذیرد:

۱. دانش به صورت اجتماعی ساخته می‌شود.

این عبارت می‌تواند به دو صورت، درک شود: یکی این که دانش، برای ساخته شدن به منابع اجتماعی نیاز دارد، فعالیت‌های تحقیقی، اولویت‌های اجتماعی را منعکس می‌کند و دانش، یک کوشش اشتراکی است. و دیگری به اندازه‌ی زیادی بحث برانگیز و چالش‌انگیز است، مانند این که ادعاهای علمی، توسط توافق اجتماعی توجیه شده است و نه لزوماً، توسط چگونگی جهان.

۲. دانش از بیرون کسب نمی‌شود، بلکه از درون ساخته می‌شود.

پذیرش این فرض، که دانش، یک ساختار شخصی است؛ به نوبه‌ی خود، مشاهده‌ی نقشی را که ممکن است کلاس‌های درس یا معلمان، در هدایت ساختار باور علمی دانش‌آموز بازی کنند دشوار می‌نماید.

۳. دانش، نباید به عنوان بازنمایی مشاهده‌کننده از جهان هستی در [ذهن] خودش، درک شود؛ بلکه باید به عنوان یک ساختار مفهومی که در جهان تجربی یادگیرنده‌ی دانا ماندگار است، ادراک شود.

۴. افراد دانا تنها می‌توانند آن‌چه را که خودشان ساخته‌اند، بشناسند.

۵. عناصر اصلی و ارتباطات خارج آن، که شامل یک ساختار مفهومی فردی غیرقابل انتقال، از یک زبان کاربر به یک زبان دیگر است؛ می‌بایست از تجربیات فردی مجزا شود.

۶. ساختار واقعیت ذهنی فرد فراتر از انتقال بازنمایی علمی مشاهده‌کننده‌ی مستقل، از جهان هستی است که باید مورد توجه آموزشگران علوم قرار گیرد (سیگل [۱۵]).

## ۲-۱ ریاضیات سازنده گرا

از نظر استیف (۲۰۰۲-۲۰۰۰)، رئیس انجمن ملی معلمان ریاضی (NCTM)، همانند اسب های شاخ دار، «ریاضیات سازنده گرا» نیز وجود ندارد، اما تعدادی نظریه درباره ی یادگیری هست که به عنوان سازنده گرایی طبقه بندی شده اند و آن ها می توانند به استانداردهای پایه ی ریاضی مربوط شوند. حداقل دو تعریف از سازنده گرایی وجود دارد که تدریس ریاضیات مدرسه ای را روشن می کند: سازنده گرایی رادیکال و سازنده گرایی اجتماعی.

یک نوع از سازنده گرایی اجتماعی که مخصوصاً برای آموزش ریاضی به کار می رود، مدعی است که ریاضیات باید با تأکید داشتن بر حل مساله تدریس شود؛ و آن کنش متقابل باید:

الف. بین معلم و دانش آموز

ب. میان خود دانش آموزان رخ دهد و دانش آموزان باید در خلق استراتژی های خود برای موقعیت های حل مساله تشویق شوند (استیف [۱۶]).

## ۲-۲ طراحی آموزشی برای کلاس ریاضی سازنده گرا

در کلاس درس مبتنی بر سازنده گرایی، معلم ریاضی به دانش آموزان مسایلی واقعی و معنادار می دهد و آن ها را به تدوین فرضیه، ارائه ی راه حل های متنوع، کمک گرفتن از سایر هم کلاسی ها و ارائه ی بهترین راه حل ها تشویق می کند. این معلم ریاضی، توزیع کننده و انتقال دهنده ی دانش نیست بلکه بیش تر راهنما، تسهیل کننده و یاور دانش آموزان است.

معلم سازنده گرا باید این نکته را مد نظر قرار دهد که یادگیرندگان باید با هر مفهوم، با گستره ای از روش ها و موقعیت ها با هدف ها و تجربه های گوناگون روبه رو شده تا در تولید و انتقال دانش ساخته شده کارآمدتر عمل کنند (سی [۷]).

وی باید دوراندیشی خلاقانه و بینش لازم را در دانش آموزان ایجاد کند تا مواجهه ی اثربخشی را که شبیه آموزش در دنیای واقعی است برانگیزد و شبیه سازی کند.

معلمانی که با این نظریه ها، سازگار شده اند، معتقدند دانش آموزان، دانش ریاضی خود را می سازند، به جای این که آن را به یک شکل نهایی از معلم ها یا کتاب های درسی دریافت کنند. پس، دانش آموزان به جای موافقت صرف با اطلاعات، آنچه را می بینند، می شنوند یا انجام می دهند، در ارتباط با آنچه از قبل می دانند، تفسیر می کنند (ریس، سایدام، لیند کوئست، اسمیت، ۱۹۹۸، به نقل از کارپنتر [۶]).

این معلم ها از دانش آموزان می خواهند که اثبات یا تبیین هایی برای کارشان تهیه کنند، آن ها ارائه ی متفاوت اندیشه های ریاضی را به کار می برند تا درک بیش تر دانش آموزان را تشویق کنند، این معلمان از دانش آموزان می خواهند تا ریاضیات را توضیح دهند ([۱۶]).

یک معلم، با دیدگاه سازنده گرایی اعتقاد دارد که فرصت‌های فراوانی وجود خواهد داشت تا دانش‌آموزان درباره‌ی یادگیری خود صحبت کنند، و با به حداکثر رساندن تعامل اجتماعی بین یادگیرنده‌ها و ترتیب دادن تجربه‌های حسی، یادگیری دانش‌آموزان را بهبود بخشد (تابین و ایمولد [۱۷]).

پس تشویق دانش‌آموزان به بحث و گفتگو در کلاس، یکی از ضرورت‌های تدریس سازنده گراست. البته، علاوه بر بحث در گروه‌های کوچک، بحث‌های کلاسی نیز روش دیگری برای تشویق دانش‌آموزان برای در میان گذاشتن افکارشان درباره‌ی ایده‌های ریاضی است (وود [۱۸]). این کار، فرصتی به دانش‌آموزان می‌دهد که آنچه را که از قبل می‌دانستند یا یاد گرفته بودند، نشان دهند؛ حتی اگر این گفتگو بدفهمی‌شان را نمایان سازد.

## ۲-۳ پیشینه پژوهشی

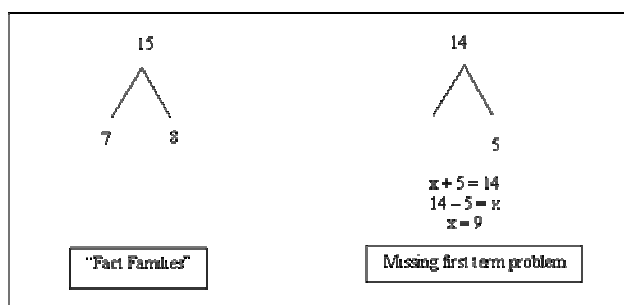
در زمینه‌ی سازنده گرایی تحقیقات بسیاری، خصوصاً در خارج از کشور انجام گرفته است ولی اکثر این پژوهش‌ها به صورت کتابخانه‌ای به معرفی و نقد این نظریه پرداخته‌اند و تعداد معدودی از محققان، تأثیر این نظریه را در کلاس‌های درس، گزارش نموده‌اند. که به سه مورد از آن‌ها اشاره می‌شود. در مطالعه‌ای از تأثیر شیوه‌ی سنتی یا تدریس سازنده گرا که توسط آلسوپ ([۴])، بر روی دو کلاس درس مفاهیم ریاضی ۱ انجام شده، آمده است: در یکی از کلاس‌ها تدریس به روش سنتی (گروه کنترل) و در دیگری تدریس به شیوه‌ی سازنده گرایی صورت گرفت (گروه آزمایش). زمانی که همه‌ی دانش‌آموزان با تأکید بر نگرشی از حل مساله درس داده شدند، گروه آزمایش درون‌داد قابل توجه و بیش‌تری داشت. در کلاس سازنده گرا، معلم در آغاز، زمان کوتاهی را به صحبت کردن درباره‌ی محتوای آن روز اختصاص داد، سپس مساله‌ای برای کار در گروه به دانش‌آموزان واگذار شد. پس از کار کردن بر روی مساله، دانش‌آموزان راه‌حل‌ها و راهبردهای خودشان را به سایر افراد کلاس ارائه دادند. در تمام این کلاس‌ها معلم، به عنوان تسهیل کننده عمل کرد تا یک آموزش‌دهنده. درمقابل، گروه کنترل، با استفاده از شکل قالبی و کنفرانس (سخنرانی) سنتی، فقط با استفاده از فعالیت‌های آموزش - مستقیم و راهبردهای حل مساله، آموزش داده شدند. نتایج پس از دوره نشان داد که نمرات سطح خودرهبی گروه آزمایش، به‌طور چشم‌گیری افزایش یافت.

هم‌چنین، در یک مطالعه‌ی انجام شده بر روی ۲۸ دانش‌آموز دوره‌ی ابتدایی که در یک کلاس ریاضیات تجربی شرکت می‌کردند، موضوع «بهبود توانایی حل مساله‌ی ریاضیاتی دانش‌آموزان و تعمیق فهم آن‌ها از ریاضیات» بود (مورون و سایرین [۱۲]). دستورالعمل کلاس بر کاربرد یک روش سازنده گرا متمرکز بود. دانش‌آموزان در گروه‌هایی بر روی مسایل پیچیده‌ای پیرامون تفکر جبری و مفهوم عدد کار می‌کردند، و لازم بود همه‌ی گروه‌ها در پایان روز، یافته‌هایشان را با کل کلاس در میان بگذارند. نتایج حاصل از کلاس آزمایش به شرح ذیل، بیان شد:

«ما مشاهده کردیم که دانش‌آموزان [کار را] به صورت یادگیرندگان منفعل، شروع می‌کنند و شرکت‌کننده‌های بسیار فعالی در یادگیری خودشان می‌شوند. ما دانش‌آموزان بی‌رغبت را دیده‌ایم، که درگیر شدند و از روی میل، شروع به ارائه‌ی عقاید و پاسخ‌هایشان به مسایل ریاضی نمودند. ما دانش‌آموزانی را دیده‌ایم که با درک بسیار

پایین، از حتی اصلی ترین اصول ریاضی، یاد می گیرند که چگونه یک مفهوم را کشف کنند، یک قضیه تدوین کنند و سپس تبیین ریاضی درست را برای آن قضیه ارایه دهند».

یک مورد از سازنده گرایی که در سال های اخیر استفاده شده، یک برنامه درسی ریاضیات توسعه یافته توسط دیوی داو است. که مبتنی بر کار ویگوتسکی است. در این برنامه که ویژه ی کودکان پایه های اول، دوم و سوم است. دانش آموزان با یادگیری درباره ی مقدار (کمیت) به جای عدد شروع می کنند. مفهومی که حتی برای سه ماهه ی اول نیز معرفی نمی شود. با استفاده از موادی از قبیل مایع در پارچ ها و وسایل اندازه گیری مثل فنجان ها، دانش آموزان تصورات خود از تساوی و تعاریف جمع و تفریق را توسعه می دهند. مفهوم عدد یکبار معرفی می شود، دانش آموزان از نشانه گذاری « $\wedge$ » برای توسعه ی تعدادی از اندیشه های دیگر استفاده می کنند؛ مانند «خانواده های [اعداد] حقیقی»، تجزیه ی اعداد بر پایه ی ۱۰ یا سایر پایه ها، اندازه گیری با استفاده از واحدهای چند گانه و حذف افزوده و یا حذف مسایل دوره ی اول. شکل یک را ببینید (اسچمیتو [۱۴])



شکل ۱. توسعه ی اندیشه های ریاضی

### ۳ روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع شبه تجربی بوده است، متغیر مستقل، روش های تدریس مبتنی بر نظریه ی سازنده گرایی بود که در طی نیم سال دوم سال تحصیلی ۸۸-۸۹ برای تدریس درس ریاضی گروه آزمایش به کار رفت و متغیرهای وابسته، یادگیری مفاهیم و دانش ریاضی، قدرت حل مساله و پیشرفت تحصیلی درس ریاضی بود که با استفاده از نمرات پیش آزمون و پس آزمون و آزمون های تکوینی سنجیده شد. جدول شماره ی ۱ نگاهی طرح پژوهشی را نشان می دهد.

جدول ۱. نگاهی طرح پژوهشی

|             |           |                                        |                            |
|-------------|-----------|----------------------------------------|----------------------------|
| گروه آزمایش | پیش آزمون | تدریس با روش های مبتنی بر سازنده گرایی | پس آزمون و دو آزمون تکوینی |
| گروه کنترل  | پیش آزمون | تدریس به شیوه ی متداول (سنتی)          | پس آزمون و دو آزمون تکوینی |

### ۳-۱ آزمودنی های پژوهش

در این پژوهش، تعداد ۴۶ دانش آموز دختر با دامنه سنی ۱۱-۱۲ ساله که دارای توانایی یادگیری مطلوب بودند از مرکز آموزشی فرزندان شهر کرد که وابسته به سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان است انتخاب شده اند. این افراد، شامل دو کلاس بودند، که یک کلاس، ۲۲ نفر، به عنوان گروه آزمایش و کلاس دیگر ۲۴ نفر، به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شدند. هم تاسازی دو گروه با توجه به نمرات آزمون ورودی مراکز وابسته

به سازمان ملی پرورش استعدادهای درخشان که در خردادماه ۱۳۸۸ به صورت سراسری با آزمون عینی و تشریحی برگزار شده بود، انجام شده است.

### ۳-۲ ابزارهای جمع آوری داده‌ها (ابزارهای تحقیق)

۱. راهکارهای عملی تدریس برخی از دروس مبتنی بر دیدگاه سازنده گرایی، که این راهکارها و محتواهای عملی، راهنمای معلم برای اجرای طرح در گروه آزمایش بوده است. محتوای این مطالب، حاصل مطالعه منابعی شامل کتب، مقالات، منابع اینترنتی و تجربیات محقق بوده است.

۲. برگه‌های فعالیت درسی که متناسب با برخی از موضوعات درسی جهت آموزش مفاهیم مربوطه در اختیار دانش آموزان قرار می گرفت.

۳. فهرست مشاهدات که برای کنترل متغیرهای بیرونی تحقیق به کار گرفته شده است. این چک لیست‌ها توسط محقق، ضمن مشاهده فعالیت‌های انجام شده در کلاس درس تکمیل گردیده است.

۴. یادداشت‌های میدانی پژوهشگر که مبتنی بر مشاهدات کلاسی و فعالیت‌های مرتبط با اجرای طرح، در کلاس، به تحریر درآمده‌اند.

۵. آزمون مقدماتی (پیش آزمون) که آزمون پایانی نیمسال اول سال تحصیلی ۸۸-۸۹ در نظر گرفته شده است. پایایی سوالات آزمون با استفاده از همسانی درونی و روش دونیمه کردن آزمون سنجیده شده است. قابلیت اعتماد کل آزمون، با استفاده از نرم‌فزار SPSS برای آزمون مقدماتی (پیش آزمون) ۰/۷۶۵۸ محاسبه گردید.

برای تعیین روایی آزمون‌های پژوهش حاضر از روایی وابسته به محتوا استفاده شده است. لذا برای تعیین روایی محتوایی پرسشنامه، پژوهشگر از دبیران و سرگروه‌های آموزشی درس ریاضی و نظرخواهی از استاد راهنمای پژوهش یاری گرفته است.

۶. آزمون نهایی (پس آزمون) که آزمون پایانی نیمسال دوم سال تحصیلی ۸۸-۸۹ در نظر گرفته شده است. روایی و پایایی این آزمون نیز، به روش بالا تعیین شد. ضریب پایایی آن ۰/۸۱۲۱ بوده است.

### ۳-۳ روش‌های جمع آوری اطلاعات

اطلاعات این پژوهش، با استفاده از آزمون‌های مقدماتی و نهایی (پیش آزمون و پس آزمون) که در پایان نیمسال اول و دوم سال تحصیلی ۸۸-۸۹ برای دو گروه آزمایش و کنترل برگزار شد، جمع آوری شدند. این دو آزمون مشتمل بر ۱۳ سوال، مربوط به دانش‌ها و مفاهیم ریاضیات و ۴ سوال در موضوع حل مساله بودند. که همان گونه که قبلاً ذکر شد روایی و پایایی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته بود.

آزمون مقدماتی قبل از شروع اجرای طرح برای دو گروه آزمایش و کنترل اجرا شد و داده‌های حاصل از نمرات دانش آموزان و میزان پاسخ گویی آنان به هر سوال، جمع آوری شد سپس روش‌های تدریس مبتنی بر نظریه سازنده گرایی برای گروه آزمایش به مدت ۳۰ جلسه و در طی یک نیمسال تحصیلی به اجرا درآمد و به طور هم‌زمان برای گروه کنترل، تدریس به شیوه‌ی متداول (سنتی) ارایه گردید.

سپس، در پایان نیمسال دوم سال تحصیلی ۸۹-۸۸ آزمون نهایی یعنی پس آزمون نیز مشتمل بر ۱۷ سوال، که ۱۳ سوال آن مربوط به دانش و مفاهیم ریاضی و ۴ سوال آن در رابطه با حل مساله، خصوصاً مسایل ابتکاری بود به اجرا درآمد و داده‌های حاصل از آن جمع‌آوری گردید. هم‌چنین برای بررسی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس ریاضی میزان نمره‌ی درس ریاضی دانش‌آموز در آزمون نوبت اول و نوبت دوم سال تحصیلی ۸۹-۸۸ (پیش آزمون و پس آزمون) مورد مقایسه و بررسی قرار گرفت.

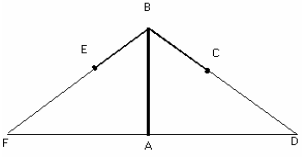
### ۳-۴ روش اجرا

یکی از عناصر مهم تدریس سازنده‌گرا، گروه‌بندی دانش‌آموزان است. گروه‌بندی می‌تواند به شیوه‌های همگن یا ناهمگن انجام شود، که در این پژوهش، از شیوه‌ی گروه‌بندی ناهمگن استفاده شده است؛ یعنی، دانش‌آموزانی با سطح توانایی متفاوت در یک گروه قرار می‌گرفتند. جمع‌بندی نظرات متخصصان نیز بر این امر دلالت دارد که تعداد اعضای گروه می‌تواند از ۳ تا ۸ نفر متغیر بوده و همه‌ی آن‌ها بر ناهمگن بودن اعضای یک گروه تأکید دارند (آقازاده [۱]).

هم‌چنین طراحان سازنده‌گرا، معتقدند موقعیت‌های آموزشی، غیرقابل پیش‌بینی هستند. لذا به جای تأکید بر اهداف و محتوای ازپیش تعیین شده و توالی آموزش، تأکید بر خلق محیط‌های یادگیری دارند که ساخت دانش، توسط یادگیرندگان را آسان کند. محتوا و روش اجرای پژوهش حاضر نیز با تکیه بر این الگوها و منابع علمی تهیه و به اجرا درآمده است. برخی از این فعالیت‌ها، مشابه مسایل رایج و سنتی هستند؛ اما تفاوت بارز آن‌ها با این گونه سوالات آن است که از دانش‌آموزان می‌خواهند نحوه‌ی استدلال خود را توضیح دهند. در ادامه نمونه‌ای از این فعالیت‌ها آورده شده است:

موضوع: کاربرد تساوی مثلث‌ها  
نوع فعالیت: گروهی (۲ نفره)  
محل اجرای فعالیت: حیاط آموزشگاه

تالس برای محاسبه‌ی فاصله‌ی یک کشتی از ساحل رودخانه، میله‌ی  $AB$  را به صورت عمودی بر لب ساحل، قرار می‌داد. تالس از نقطه‌ی  $B$  با استفاده از لوله‌ی  $BC$  کشتی  $D$  را نشانه می‌رفت و سپس با حفظ زاویه‌ی  $\angle ABC$ ، لوله را حول پاره خط  $AB$  به طرف ساحل می‌چرخاند و به این ترتیب نقطه‌ی  $F$  در ساحل، به دست می‌آمد. یعنی، بدون این که داخل آب برود فاصله‌ی کشتی تا ساحل را به دست می‌آورد. ابتدا، در گروه‌های خود با استفاده از ابزار مورد نظر این شیوه را آزمایش کنید. سپس، دلیل درستی روش تالس را بنویسید.



### ۴ تجزیه و تحلیل نتایج

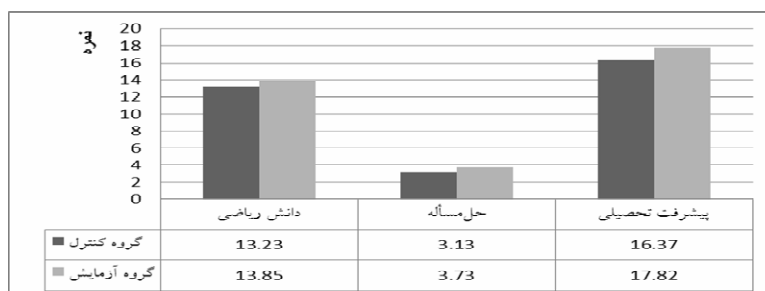
پژوهش حاضر، که بر روی ۴۶ دانش‌آموز دختر پایه‌ی اول دوره‌ی راهنمایی تحصیلی در قالب دو گروه آزمایش و کنترل به اجرا درآمد. به دنبال بررسی تأثیر روش‌های تدریس مبتنی بر رویکرد سازنده‌گرایی در تدریس ریاضیات این دوره‌ی تحصیلی بود. برای نیل به این هدف کلی سوالات زیر مورد بررسی قرار گرفت:

۱. آیا روش‌های تدریس مبتنی بر دیدگاه سازنده‌گرایی بر یادگیری مفاهیم و دانش ریاضی دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی تحصیلی تأثیر دارد؟

۲. آیا استفاده از شیوه‌های تدریس مبتنی بر نظریه‌ی سازنده‌گرایی در کلاس درس ریاضی منجر به تقویت مهارت حل مسأله‌ی دانش‌آموزان می‌شود؟

۳. آیا روش‌های تدریس مبتنی بر دیدگاه سازنده‌گرایی بر پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان در درس ریاضی دوره‌ی راهنمایی تحصیلی تأثیر دارد؟

سه فرضیه‌ی اساسی در رابطه با این سوالات در نظر گرفته شد. برای بررسی این فرضیات، در یک نیم‌سال تحصیلی روش تدریس مبتنی بر سازنده‌گرایی برای گروه آزمایش و روش تدریس متداول (سنتی) برای گروه کنترل به اجرا در آمد. و میانگین حاصل از نمرات پیش‌آزمون، پس‌آزمون و دو آزمون تکوینی با استفاده از آزمون  $t$  برای دو گروه مستقل و  $t$  جفتی مقایسه شدند. نمودار شماره ۱، میانگین نمرات دو گروه کنترل و آزمایش را در دانش ریاضی، حل مسأله و پیشرفت تحصیلی در درس ریاضی نشان می‌دهد.



نمودار ۱. نمودار ستونی مقایسه‌ی میانگین نمرات دو گروه کنترل و آزمایش در پس‌آزمون

موضوع: آمار و حل مسأله

نوع فعالیت: گروهی

همان‌طور که شما هم شنیده‌اید، هیأت دولت با هدف صرفه‌جویی، کنترل ترافیک شهری، کاهش آلودگی هوا و ... اقدام به سهمیه‌بندی بنزین مصرفی هر خودرو به ازای ۳ لیتر در روز و بهای هر لیتر بنزین ۱۰۰۰ ریال نموده است. هم‌چنین بهای هر لیتر بنزین به قیمت آزاد ۴۰۰۰ ریال، اعلام شده است. با توجه به این اطلاعات:

الف. میزان افزایش یا کاهش سالانه‌ی هزینه‌ی بنزین یک راننده‌ی معمولی را برآورد کنید.

ب. به عقیده‌ی شما آیا طرح سهمیه‌بندی مصرف سوخت بنزین موجب کاهش میزان استفاده از خودرو خواهد شد؟ دلیل یا توضیحی برای پاسخ خود ارائه دهید.

ج. نموداری از افزایش یا کاهش سالانه‌ی هزینه‌ی بنزین یک راننده‌ی معمولی را رسم کنید

د. طبق اظهارات هیأت دولت، مبلغ قابل توجهی از هزینه‌هایی که قبلاً جهت واردات بنزین به کشور هزینه می‌شد صرفه‌جویی شده است.

توصیه‌ی شما به دولت برای استفاده از این مبلغ قابل توجه چیست؟

ه. یک گزارش به همراه پیشنهادات خود برای هیأت دولت بنویسید.

راهنمایی ۱: فرض کنید هر خودرو به طور متوسط حدود ۳۰۰۰۰ کیلومتر، مسافت در یک سال طی می‌کند.

راهنمایی ۲: فرض کنید هر خودرو به طور متوسط در هر ۱۰۰ کیلومتر، ۸ لیتر یا هر مقدار قابل قبول دیگر، بنزین مصرف کند.

#### ۴-۱ بررسی فرضیه ی اول، پاسخ گویی به سوال ۱

«دانش آموزانی که در درس ریاضی با روش های تدریس مبتنی بر نظریه ی سازنده گرایان آموزش می بینند، نسبت به دانش آموزانی که با روش تدریس سنتی (متداول) آموزش می بینند مفاهیم و دانش های ریاضی را بهتر می آموزند».

جدول ۲. مقایسه ی میانگین نمرات دانش ریاضی پیش آزمون و پس آزمون گروه آزمایش

| گروه آزمایش | میانگین | انحراف معیار | خطای معیار | درجه آزادی | t      | سطح معناداری |
|-------------|---------|--------------|------------|------------|--------|--------------|
| پیش آزمون   | ۱۳/۱۳   | ۲/۱۰         | ۰/۴۴       | ۲۱         | -۲/۱۰۴ | ۰/۰۴۸        |
| پس آزمون    | ۱۳/۸۵   | ۱/۲۲         | ۰/۲۶       |            |        |              |

نتایج حاصل از آزمون t مستقل، نشان داده است که تفاوت معناداری بین میانگین نمرات دو گروه آزمایش و کنترل، در بخش دانش و مفاهیم ریاضی، وجود ندارد. ولی، آزمون t جفتی، آشکار ساخت که میانگین نمرات دانش و مفاهیم ریاضی پس آزمون گروه آزمایش، نسبت به میانگین نمرات پیش آزمون این گروه، افزایش داشته است و این تفاوت از نظر آماری معنادار بوده است (جدول شماره ۲). لذا، فرضیه در سطح معناداری ۰/۰۵ پذیرفته شد. یعنی، گروهی که با روش سازنده گرایان آموزش دیده اند، عملکرد بهتری در یادگیری دانش و مفاهیم ریاضی از خود نشان داده اند. هر چند فرضیه ی مذکور پذیرفته شده است ولی با توجه به اینکه سطح معناداری به دست آمده به مقدار ۰/۰۵ نزدیک است، می توان قضاوت کرد که هر دو روش تدریس، بر یادگیری دانش و مفاهیم ریاضی تأثیر نسبتاً یکسانی داشته اند. که نتایج بعضاً متناقض برخی از تحقیقات دیگران نیز، بر این گفتار صحنه می گذارد. از آن جمله چانگک ([۹])، تأثیر سازنده گرایان در مقابل تدریس سنتی را در یادگیری مفاهیم ضرب، ارزیابی کرده و در پایان، نتیجه گرفته است که هر دو روش تدریس، هم مهارت ها و هم یادگیری مفاهیم ضرب را بهتر می کنند و تفاوت معنی داری بین دو رویکرد وجود ندارد.

#### ۴-۲ بررسی فرضیه ی دوم، پاسخ گویی به سوال ۲

«دانش آموزانی که در درس ریاضی با روش های تدریس مبتنی بر نظریه ی سازنده گرایان آموزش می بینند نسبت به دانش آموزانی که با روش تدریس سنتی (متداول) آموزش می بینند از مهارت بیش تری در حل مساله برخوردارند».

جدول ۳. مقایسه ی میانگین نمرات حل مساله ی دو گروه آزمایش و کنترل در پس آزمون

| گروه ها | میانگین | انحراف معیار | خطای معیار | درجه آزادی | t    | سطح معناداری |
|---------|---------|--------------|------------|------------|------|--------------|
| آزمایش  | ۳/۷۳    | ۰/۵۹         | ۰/۱۲       | ۴۴         | ۲/۵۰ | ۰/۰۱۶        |
| کنترل   | ۳/۱۳    | ۰/۹۷         | ۰/۱۹       |            |      |              |

نتایج حاصل از آزمون t مستقل، نشان داده است که میانگین نمرات گروه آزمایش، در زمینه ی مهارت حل مساله ی ریاضی در پس آزمون، بالاتر از گروه کنترل بوده است، در واقع، گروه آزمایش، با افزایش نمره ی حل مساله و گروه کنترل با کاهش این نمره مواجه شده است. و این تفاوت از نظر آماری معنادار بوده و فرضیه در سطح معنی داری ۰/۰۵ پذیرفته شده است (جدول شماره ۳). بنابراین دانش آموزانی که با روش تدریس سازنده گرا

آموزش دیده‌اند، نسبت به یادگیرندگان روش متداول (سنتی) مهارت حل مساله‌ی بالاتری کسب نموده‌اند. که این یافته‌ها، تأیید کننده‌ی نتایج پژوهش‌های آلسوپ ([۴]) و مورون و سایرین ([۱۲]) است.

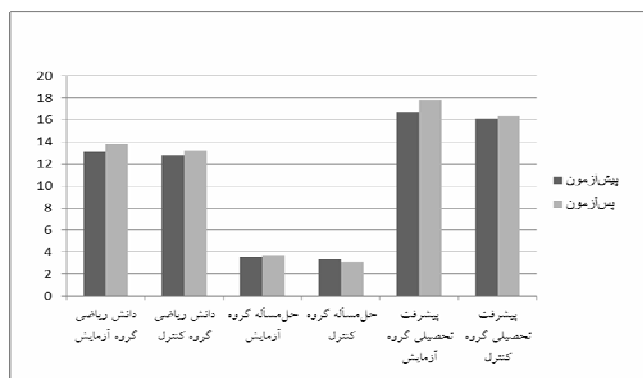
#### ۳-۴ بررسی فرضیه‌ی سوم، پاسخ‌گویی به سوال ۳

«دانش‌آموزانی که در درس ریاضی با روش‌های تدریس مبتنی بر نظریه‌ی سازنده‌گرایی آموزش می‌بینند نسبت به دانش‌آموزانی که با روش تدریس سنتی (متداول) آموزش می‌بینند از پیشرفت تحصیلی بیشتری در درس ریاضی برخوردارند».

جدول ۴. مقایسه‌ی میانگین نمره‌ی کل پس‌آزمون دو گروه آزمایش و کنترل

| گروه‌ها | میانگین | انحراف معیار | خطای معیار | درجه آزادی | t    | سطح معناداری |
|---------|---------|--------------|------------|------------|------|--------------|
| آزمایش  | ۱۷/۸۲   | ۱/۲۴         | ۰/۲۶       | ۴۴         | ۲/۳۷ | ۰/۰۲۲        |
| کنترل   | ۱۶/۳۷   | ۲/۶۱         | ۰/۵۳       |            |      |              |

نتایج حاصل از آزمون t مستقل، نشان داده است که بین میانگین نمرات پیش‌آزمون دو گروه آزمایش و کنترل، تفاوت معناداری وجود نداشت. ولی عملکرد گروه آزمایش در پس‌آزمون بالاتر از عملکرد گروه کنترل بود و این تفاوت از نظر آماری معنادار بوده است (جدول شماره ۴). همچنین، آزمون t جفتی، نشان داده است که افزایش میانگین نمرات پس‌آزمون گروه آزمایش، در مقایسه با میانگین نمرات پیش‌آزمون این گروه، از نظر آماری معنادار بوده است. یعنی؛ گروه آزمایش در درس ریاضی پیشرفت بیشتری، به دست آورده است. و لذا، فرضیه‌ی سوم در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ پذیرفته شده است. بنابراین دانش‌آموزانی که با روش تدریس سازنده‌گرا آموزش می‌بینند، نسبت به گروهی که به شیوه‌ی متداول (سنتی) تعلیم دیده‌اند از پیشرفت تحصیلی بالاتری در درس ریاضی برخوردارند. همچنین مقایسه‌ی میانگین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر یک از گروه‌های آزمایش و کنترل، در هر یک از متغیرهای وابسته، به طور جداگانه در نمودار شماره ۲ نمایش داده شده است.



نمودار ۲. نمودار ستونی مقایسه‌ی میانگین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه

#### ۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادات

سازنده‌گرایی، نظریه مفید و ارزشمندی است، زیرا آنچه را که در کلاس ریاضی اتفاق می‌افتد؛ شفاف‌تر و بهتر از سایر رویکردها تبیین می‌نماید. این نظریه در آموزش ریاضی، معلم را به عنوان یک تسهیل‌گر یادگیری می‌شناسد که با فراهم آوردن فضای مناسب کاری دانش‌آموزان را به یادگیری، انجام تکالیف ریاضی و حل

مساله وادار می سازد. او با تشکیل گروه های کاری کوچک این فرصت را در اختیار دانش آموزان قرار می دهد که با بحث و گفت و گوی علمی، برداشت ها و تصاویر ذهنی خود را از مفاهیم درسی، بیان کنند و راه حل های پیشنهادی خود را با دیگران، در میان بگذارند. این یک فرآیند پیش رونده و توسعه طلب است؛ که می تواند، یادگیری ریاضیات را برای شاگردان با هر سطح از توانایی معنی دار و رضایت بخش کند.

طراحی محیط یادگیری سازنده گرا عناصر مهمی را که عبارتند از: موقعیت، گروه بندی، پل (پیوند)، سوالات، نمایش و تأمل دربردارد. این عناصر برای برانگیختن و وادار نمودن معلم به برنامه ریزی و تأمل درباره ی فرآیند یادگیری دانش آموزان طراحی شده است. معلم، موقعیتی را برای دانش آموزان به منظور تبیین ایجاد می کند، فرآیندی برای گروه بندی دانش آموزان به کار می برد، پلی بین آنچه دانش آموزان تاکنون می دانند و آنچه که آن ها می خواهند بدانند؛ برقرار می کند، پرسش هایی را برای پرسیدن پیش بینی می نماید و دانش آموزان، به نمایش بازتابی از تفکرشان می پردازند؛ و معلم، از دانش آموزان می خواهد که در مورد یادگیری شان تأمل کنند و با تمرکز بر افکار دانش آموزان، به جای تمرکز بر جواب های صحیح، معلم ها قادر خواهند بود فرآیندهای تفکر را تشویق و تقویت کنند؛ فرآیندهایی که در غیر این صورت نادیده گرفته می شوند.

فلسفه ی سازنده گرایی بر آنچه دانش آموزان می توانند برای تلفیق دانش جدید با دانش موجود انجام دهند تا درک عمیقی از ریاضیات ایجاد شود متمرکزند. این فلسفه، دانش آموزان را به عنوان شرکت کننده ی فعال در فرآیند تعلیم و یادگیری می داند.

اهداف سازنده گرایی شامل «حل مساله، استدلال، تفکر انتقادی و کاربرد بازتابی و فعال دانش»، برای فلسفه ی نوین تدریس و آموزش ریاضیات بسیار مناسب هستند و بسیاری از آموزشگران برای کاربرد راهبردهای تدریس سازنده گرا در کلاس هایشان، تلاش می کنند.

لذا پیشنهاد می شود، معلمان ریاضی موقعیت یادگیری را طوری فراهم کنند که دانش آموزان، با دیدگاه های مختلف درباره ی یک موضوع درسی یا یک مساله روبه رو شوند. مسایلی در کلاس مطرح نمایند که دانش آموزان را به کاربرد دانش ریاضی در محیط واقعی، تحلیل، ترکیب و ارزشیابی تشویق نماید. هم چنین در راستای به کارگیری روش های تدریس مبتنی بر سازنده گرایی، وزارت آموزش و پرورش می تواند با تدوین مسایل موقعیت مدار و فعالیت هایی متناسب و کاربردی در قالب درسنامه، یا با ایجاد تغییراتی در کتب درسی، راهنمای دبیران ریاضی در بهبود و تعالی شیوه های آموزش و تدریس مؤثرتر باشد.

به هرحال رویکرد سازنده گرایی متداول برای تدریس و یادگیری، بهتر از تکنیک تدریس سنتی است که در تربیت معلم دهه ی ۱۹۸۰ توسعه داده شده است. این برنامه ی درسی می تواند قدری امید برای کمک به یادگیرندگان در ایجاد ارتباط میان فعالیت هایشان و میراث فرهنگی غنی ریاضیات ایجاد کند.

## منابع

- [۱] آقازاده، م.، «روش های نوین تدریس»، تهران: انتشارات آبیژ، ۱۳۸۴.
- [۲] جوامع، م.، «ساخت و ساز گرایی (بناهادگی) در آموزش ریاضی و اینترنت»، نشریه ی اتحاد، ۲ و ۳، ۱۳۸۴، ۳۵-۳۰.
- [۳] نوری، ع.، «ساختن گرایی در کلاس من»، رشد آموزش راهنمایی تحصیلی، ۳، ۱۳۸۷، ۶-۷.

- [4] Alsup, J., (2004). A comparison of constructivist and traditional instruction in mathematics, *Educational Research Quarterly*, 28 (4), 3-17.
- [5] Biehler, R. F., J. Snowman, (1993). Psychology applied to teaching (7<sup>th</sup> ed.), USA: Houghton Mifflin.
- [6] Carpenter, Sh. Constructivism A Prospective, *A Journal of the Australian Association of Mathematics Teacher Inc. (APMC)*, 1, 29-32.
- [7] Cey, T., (2010), Moving Toward Constructivist Classrooms, 2001[online], Available: <http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/ceyt/ceyt.html>.
- [8] chi-der Ch., Constructivism in general education, Ph.D Thesis, *University of Illinois*, 2000.
- [9] Chung I., (2004). A comparative assessment of constructivist and traditionalist approaches to establishing mathematical connections in learning, multiplication, *Education*, 125(2), 271-279
- [10] Karagiorgi Y., L. Symeou, (2005). Translating Constructivism into Instructional design, *Potential and limitations. Educational Technology Society*, 8(1), 16-22.
- [11] Kearsley, G., (1999). Constructivist theory Explorations in Learning and Instruction: The Theory into Practice atabase, [online], Available: <http://www.gwu.edu/~tip/index.html>.
- [12] Morrone, A. S., Harkness, S.S., D'Ambrosio, B., Caulfield, R., (2004). Patterns of instructional discourse that promote the perception of mastery goals in social constructivist mathematics course, *Education Studies in Mathematics*, 56, 19-38.
- [13] Santrock J. W., (2004). Educational Psychology (2nd& 3<sup>rd</sup> ed.), NewYork: McGraw-Hill.
- [14] Schmittau, J., (2004). Vygotskian theory and mathematics education: Resolving the conceptual-procedural dichotomy, *European Journal of Psychology of Education*, 19 (1), 19-43.
- [15] Siegel, H., (2004). Essay review the bearing of philosophy of science on science education, and vice versa: the case of constructivism, *Department of Philosophy, University of Miami, Stud. Hist. Phil. Sci*, 35, 185-198
- [16] Stiff, L. V., (2001). Constructivist Mathematics an Unicorns, *NCTM News Bulletin*, [online], Available: <http://www.nctm.org/about/content.aspx?id=1238.html>.
- [17] Tobin, K., Imwold, (1993). D., The Mediational Role of Constraints in the Return of Mathematics Curricula, In J.A. Malone, P.C.S. Taylor, "Constructivist interpretations of teaching and learning mathematics", Perth, Australia: Curtin University Press, 15-34.
- [18] Wood, T., (1993). Second grade classroom: Psychological perspective", *Journal for Research in Mathematics Education*, 6, 7-122

